한국가금학회지 제 35권 제 3호, 291~302 (2008)
Korean J. Poult. Sci. Vol. 35, No.3, 291~302 (2008)

유색육용계의 성장과 혈액성상에 사료단백질 및 에너지가 미치는 영향

정 용 대·류 경 선†
전북대학교 동물자원과학부

Effect of Dietary Energy, Protein on Growth and Blood Composition of Cross Bred Chicks

Y. D. Jeong and K. S. Ryu†
School of Animal Science & Biotechnology, Chonbuk National University

ABSTRACT To acquire essentially necessary basic data to establish feeding system by verifying appropriate dietary energy and protein level for the growth of commercial slow growing broiler chicks within the country, two experiments were conducted for 5 weeks. One day old, 1,404 male and female broiler chicks were used for the experiments, and 26 chicks were placed at each pen. The energy level of feed was maintained about 3,000 or 3,100 kg/kcal for whole breeding period of 5 weeks, and protein content was adjusted about 20, 21, and 22% during the first two weeks and the content was adjusted to 18, 19, 20, 21, and 22% from the 3 to 5 weeks old of the experiment. The categories of body weight and feed intake amount were monitored to calculate the productivity and blood sampling was conducted for the analysis at the end of each experiment. Experiment 1:Although the productivity by the ME content difference during 0~2 weeks did not have significant difference and the body weight increase by the difference of CP content and feed intake amount did not have much difference, the feed requirement rate was statistically improved in CP 21 and 22% treatment groups compared to the CP 20% group (P<0.05). The feed ME 3,100 kcal/kg treated group during 3~5 weeks after starting the experiment revealed to show improved feed requirement rate (P<0.05). Within the period of experiment, the CP 22% treated group resulted to show significant body weight increase compared to the groups treated with low levels of CP (P<0.05) and the feed requirement rate was improved in high CP treated group compared to low CP treated groups, but the feed intake amount did not show significant difference between treated groups. During the experiment period, the body weight increase and feed requirement rate revealed to interact between ME and CP (P<0.05). During the whole experiment period of the 5 weeks, the feed requirement rate was improved in ME 3,100 kcal/kg treated group than the groups treated with ME 3,000 kcal/kg, and the CP (20) 18% treatment groups resulted to show higher values than other treatment groups (P<0.05). Body weight increase was high in CP (22) 22% treated groups than those of CP (21) 21% and (20) 18% treated groups, and the interaction between ME and CP was found at body weight increase and feed requirement rate (P<0.05). Although blood albumin and total cholesterol levels were elevated in ME 3,100 kcal/kg treated group than ME 3,000 kcal/kg treated group, but neutral fat content was reduced (P<0.05). On the other hand, the total cholesterol content was increased in CP (22) 21% treated group than CP (22) 20% and CP (20) 18% treated groups (P<0.05). Experiment 2: The body weight increase in 0-2 weeks was higher in ME 3,100 kcal/kg treated group than ME 3,000 kcal/kg treated group, and it was highly improved in CP 22% treated group than CP 20% treated group by showing the interaction between CP and ME (P<0.05). The significant improvement of feed requirement rate was observed in CP 21% and 22% treated groups compared to CP 20% treated group (P<0.05). The productivity between the growth period from 3 to 5 weeks of age and whole growth period resulted to show no significant difference. Although no difference was observed in blood composition between treated groups, the interaction of ME and CP on cholesterol content was accepted at the range of P<0.05). Therefore, it is considered that the appropriate dietary protein level within feed for the physiology of growing broiler chicks was 22% or more for the first two weeks and protein level of 21% or 20% from 3 to 5 weeks old for the maximization of productivity. Even if the energy level within feed had some partial effects on the productivity, but did not show consistency. So, further experiments needto be conducted by differentiating the energy level.

(Key words : cross bred chicks, performance, blood composition, ME, CP)

† To whom correspondence should be addressed : seon@chonbuk.ac.kr

서 론

1980년대 이후 지속적인 경제 발전으로 식생활이 안정되고 소비자의 요구가 다양해지면서 식품에서도 고부가가치 식품을 생산하기 위하여 노력하여 왔다. 최근 소비자들의 기호도가 식품의 가격보다는 식품 고유의 기능성이나 희소성을 중점적으로 선호하므로 이러한 소비자의 기호성에 적합하게 식품이 개발되어야 시장 경쟁력을 갖는다. 소비자들이 닭고기는 '복' 절기에 섭취하는 육류이며, 싼 가격으로 공급되는 저렴한 식품이라는 인식과 급격한 경제 성장에 따라 국내 소비자가 요구하는 고품질 닭고기 생산 비율이 낮으므로 닭고기 소비 증가에 걸림돌이 되어왔다.

육계는, 출하시까지 도달하는 시간이 5주로서, 출하 체중은 생시 체중에 비해 약 40배 이상으로 증체율이 뛰어나 단백질 공급원으로 이상적이므로 생산성 증진을 위하여 많은 노력을 하여왔다. 1976년 육계 체중이 2 kg에 도달하는 시간은 약 64일이 필요하였으나, 현재는 약 40일이 소요된다. 이러한 출하 시기의 단축은 체내 영양소의 과잉 및 결핍 현상을 제어하고 생산성 극대화를 위한 생리에 적합한 사료내 적정 단백질 및 에너지 수준 구명과 유전적 선발에 의하여 이루어졌다. Parsons and Baker(1982)는 사료내 단백질 수준을 16~24 %로 급여했을 때, 단백질 수준이 증가할수록 증체량이 증가한다고 하였다. 사료내 높은 단백질 수준은 사료 섭취량을 감소시키며 사료 요구율은 개선되었다(Nakhata and Anderson, 1982; Parsons and Baker, 1982; Pesti and Fletcher, 1983). Gaffari et al.(2007)은 사료내 에너지 수준이 낮을 때, 증체량 또한 감소한다고 보고하였다. 또한, 유전적인 차이는 육용계의 성장률에 큰 영향을 미친다. 유전자형과 사료 단백질 수준간 연관성이 존재하며(Leclercq, 1983; Marks and Pesti, 1984), 유전자형은 증체량과 사료 섭취량의 증가 및 감소에 영향을 미치므로 사료 요구율 변화에 밀접하게 관계가 있다고 하였다(Hulan et al., 1980). 조기 성장 계통계(fast growing line chick; F-chick)는 뛰어난 증체율을 나타내지만, 빠른 성장은 대사성 질환(돌연사증후군, 복수) 및 다리 장애 발생으로 경제적 손실과 밀집 사육으로 동물 복지에 관련된 문제를 야기할 수 있으며, 계육의 풍미가 저하된다. 지연 성장 계통계(slow growing line chick; S-chick)는 생산성이 낮고 시장 출하 체중에 도달하는 기간이 길어 경제성은 낮지만 소비자가 요구하는 계육에 적합하므로 S-chick 및 F-chick의 장점을 지닌 유색육용계육 생산의 필요성이 요구되면서 이들의 시장 규모는 점차 확대되어 가는 추세이다. 그리고 S-chick은 F-chick 및 S-×F-chick보다 단백질 요구량이 낮으며(Quentin et al., 2003; Morris and Njuru, 1990), 필수아미노산(라이신) 요구량이 낮다고 하였다(Agricultural Research Council, 1975). S-chick, F-chick 및 S-×F-chick에 영양소 함량이 다른 사료를 급여한 결과 F-, S-×F-, S-chick 순으로 증체량이 증가하였다(Quentin et al., 2003). 위의 선행 연구 결과와 같이 S-, F-, S-× F-chick의 육성기 동안 영양소 요구량에 차이를 있음을 알 수 있으나, 현재 국내 유색육용계 생산자들은 유색육용계용 사료 급여 체계가 정립되어 있지 않아 일반 육계 사료나 농가 사정에 따라 영양소 수준을 고려하지 않고 사료를 급여하는 실정이다(한성욱 등, 1995). 이러한 결과로 지연 성장하는 유색육용계는 잉여 혹은 결핍된 영양소를 섭취하므로 생산성 및 경제성 저하, 낮은 품질의 고기 생산 및 질병을 초래할 수 있으므로 적정 수준의 영양소를 공급하는 것이 중요하다.

따라서, 본 시험은 국내에서 사육되고 있는 육색육용계 생리에 적합한 에너지와 단백질 수준을 구명하고 사료 급여 체계 정립에 필요한 기초 자료로 활용하기 위하여 0~5주간 사양시험을 반복적으로 2회 실시하였다.

재료 및 방법

1. 시험 설계 및 사료

본 실험은 유색육용계(한협 3호) 1일령 암, 수컷 1,404 수를 공시하였다. 처리구는 사양 초기(0~2주)와 전기(3~5주)에 각각 6개 처리구, 18개 처리구, 처리구당 3반복으로 처리하였으며, 펜당 26수씩(암 · 수 13수씩) 평사에 배치하였다. 사양 기간은 0~5 주간 실시하였으며, 사양 기간 동안 사료와 물은 자유 급여하였으며, 점등은 24시간 연속 점등을 실시하였다.

실험 사료의 에너지 수준은 3,000, 3,100 kcal/kg 수준으로 하였고, 사육 초기 2주간 단백질 수준은 20, 21, 22%로 하였다(Table 1). 사육전기 3주간 에너지 수준은 사육 초기와 동일하며, 단백질은 초기에 단백질 20%를 급여한 처리구는 18, 19, 20%, 단백질 21%를 급여한 처리구는 19, 20, 21%, 그리고 조단백질 22% 처리구는 20, 21, 22% 수준으로 처리하였으며(Table 2), 사료내 라이신과 메티오닌 함량은 NRC(1994)를 기준으로 하였다.

재현성을 위해 위에 기술한 실험 설계와 동일한 조건으로 사양 시험을 2회 실시하였다.

2. 조사 항목 및 조사 방법

1) 체중, 사료 섭취량, 사료 요구율

실험 개시 후 체중은 주간별로 측정하였으며, 사료 섭취

Table 1. Composition and nutrient content of experimental diets (0~2 weeks)

Ingredients	(%)					
Corn	64.127	61.465	58.821	62.739	60.077	57.444
Soybean meal	25.946	28.333	30.664	24.803	27.191	29.488
Corn gluten meal	5.000	5.300	5.638	6.000	6.300	6.660
Soybean oil	1.500	1.500	1.500	3.000	3.000	3.000
Limestone	0.916	0.921	0.927	0.912	0.918	0.923
TCP	1.787	1.761	1.735	1.802	1.776	1.751
Salt	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Lysine	0.044	0.024	0.014	0.069	0.048	0.039
DL-Methionine	0.080	0.096	0.101	0.075	0.090	0.095
Vitamin premix[1]	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Mineral premix[2]	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Total	---------- 100.000 ----------					
Chemical composition						
ME (kcal/kg)	3,000	3,000	3,000	3,100	3,100	3,100
CP (%)	20.00	21.00	22.00	20.00	21.00	22.00
Lysine (%)	0.96	1.00	1.05	0.96	1.00	1.05
Methionine (%)	0.43	0.46	0.48	0.43	0.46	0.48
Ca (%)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Available phosphorus (%)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45

[1] Contain per kg: vit. A, 12,000,000 IU; vit D_3, 5,000,000 IU; vit E, 50,000 mg; vit K_3, 3,000 mg; vit B_1, 2,000 mg; vit B_2, 6,000 mg; vit B_6, 4,000 mg; vit B_{12}, 25 mg; biotin, 150 mg; pantothenic acid, 20,000 mg; folic acid, 2,000 mg; nicotinic acid, 7,000 mg.
[2] Contain per Kg; Fe, 66,720 mg; Cu, 41,700 mg; Mn, 83,400 mg; Zn, 66,720 mg; I, 834 mg; Se, 250 mg.

량은 총 사료 급여량에 사료 잔량을 공제하여 구하였고, 사료 요구율은 사료 섭취량을 증체량으로 나누어 계산하였다.

2) 혈액 성상

혈액은 사양 실험이 종료된 후 각 처리구 당 10수씩 선발하고 익하정맥에서 5 mL의 주사기를 사용하여 시험관에 수집하였다. 12시간 경과 후 분리된 혈청은 원심분리 후, 분석 전까지 −70 ℃의 초저온 냉동고에 보관하였다. 혈액자동분석기(Minos BAT, France)를 이용하여 총 단백질, 알부민, 글루코오스, 총콜레스테롤, 중성 지방을 측정하였다. 실험적 오차를 최소화하고자 채혈 전 24시간 동안 절식시켰다.

3. 통계 분석

모든 데이터의 통계처리는 SAS(1996)의 GLM 프로그램을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test(Steel and Torrie, 1980)에 의하여 처리구간의 통계적인 차이를 5% 수준에서 구명하였다.

결 과

1. 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율

1) 시험 1

Table 3는 시험 1에서 0~2주간 사양 시험 결과로서 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율을 나타내었다. 에너지 수준이 3,100 kcal/kg 처리구와 3,000 kcal/kg 처리구간에 생산성은 차이가 없었다. 단백질 수준이 각각 20, 21, 22% 처리구간에 증체량

Table 2. Composition and nutrient content of experimental diets (3~5 weeks)

Ingredients	(%)									
Corn	68.148	65.656	63.164	61.001	58.923	66.938	64.513	62.517	59.950	57.592
Soybean meal	26.567	28.415	30.263	31.062	31.594	24.386	26.018	26.289	28.375	30.702
Corn gluten meal	0.793	1.449	2.106	3.457	4.985	2.500	3.300	5.000	5.500	5.800
Soybean oil	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Limestone	1.114	1.120	1.126	1.132	1.138	1.294	1.300	1.306	1.311	1.073
TCP	1.237	1.215	1.193	1.181	1.170	1.206	1.186	1.178	1.154	1.127
Salt	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
Lysine	0.000	0.000	0.000	0.020	0.046	0.046	0.049	0.080	0.075	0.065
DL-Methionine	0.041	0.044	0.048	0.047	0.044	0.031	0.034	0.030	0.035	0.040
Vitamin premix[1]	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Mineral premix[2]	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Total	---------- 100.000 ----------									
Chemical composition										
ME (kcal/kg)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100
CP (%)	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00
Lysine (%)	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10
Methionine (%)	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42
Ca (%)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Available phosphorus (%)	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

[1] Contain per kg: vit. A, 12,000,000 IU; vit D_3, 5,000,000 IU; vit E, 50,000 mg; vit K_3, 3,000 mg; vit B_1, 2,000 mg; vit B_2, 6,000 mg; vit B_6, 4,000 mg; vit B_{12}, 25 mg; biotin, 150 mg; pantothenic acid, 20,000 mg; folic acid, 2,000 mg; nicotinic acid, 7,000 mg.

[2] Contain per Kg; Fe, 66,720 mg; Cu, 41,700 mg; Mn, 83,400 mg; Zn, 66,720 mg; I, 834 mg; Se, 250 mg.

과 사료 섭취량은 통계적인 차이는 없었지만 사료 요구율은 CP 21, 22% 처리구에서 20% 처리구에 비해 개선되었다(P< 0.05). 사육 초기 2주간에 사료의 ME와 CP사이에 상호 작용은 없었다.

시험 1의 사육 전기 3~5주에 증체량과 사료 섭취량은 ME 3,100 kcal/kg 처리구와 ME 3,000 kcal/kg 처리구간에 통계적인 차이가 없었지만 사료 요구율은 ME 3,100 kcal/kg 처리구에서 ME 3,000 kcal/kg 처리구보다 개선되었다(P<0.05, Table 4). 사육 초기 0~2주에 단백질 수준이 22%이며 사육 전기 3~5주에 사료 단백질 함량이 22% 처리구인 CP (22)22와 (20)20 처리구는 CP (22)21, (20)18 처리구보다 증체량이 유의하게 증가하였고, 사료 요구율은 CP 22(22)처리구가 CP (22)21, (20)18 처리구보다 개선되었다(P<0.05). 사료 섭취량은 CP 처리구간 차이를 나타내지 않았으며, ME와 CP간 상호작용은 증체량과 사료 요구율에서 나타내었다(P<0.05),

시험 1의 0~5주의 생산성은 Table 5에 나타내었다. 사료 요구율은 ME 3,100 kcal/kg 처리구가 ME 3,000 kcal/kg 처리구보다 개선되었으며, 증체량과 사료 섭취량은 차이가 없었다(P<0.05). CP (22)22 처리구는 CP (21)21, (20)18 처리구보다 증체량이 증가하였으며, 사료 요구율은 CP (22)22, (21)21가 CP (20)18 처리구에 비해 개선되었다(P<0.05). 사료 섭취량은 CP 처리구간에 차이가 없었다. 증체와 사료 요구율에서 사료의 ME와 CP간에 상호 작용이 나타났다(P<0.05).

2) 시험 2

Table 6은 시험 2에서 사육 초기 0~2주간 생산성 결과를

Table 3. Effects of feeding various dietary energy, protein levels on performance in cross bred chicks at 2 weeks old in Experiment 1

Treatments		Weight gain (g)	Feed intake (g)	FCR
ME (kcal/kg)	CP (%)			
3,000	20	189	311	1.645
	21	189	298	1.580
	22	196	306	1.563
3,100	20	192	307	1.604
	21	190	296	1.564
	22	191	299	1.563
Main effects				
ME	3,000	191	305	1.596
	3,100	190	301	1.577
CP	20	191	309	1.625[a]
	21	189	297	1.572[b]
	22	194	303	1.563[b]
		------- *P* value -------		
ME		0.8751	0.3470	0.1546
CP		0.5164	0.1109	0.0006
ME × CP		0.6718	0.8828	0.4534

[a,b] Means within a column with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

나타내었다. 증체량은 ME 3,100 kcal/kg 처리구가 3,100 kcal/kg 처리구보다 높았고, CP 22% 처리구는 CP 20% 처리구보다 유의적으로 증가하였으며, 사료 CP와 ME간에 상호작용이 존재하였다(P<0.05). 사료 섭취량은 ME와 CP 처리구간 차이가 없었으며, 상호작용도 없었다. 사료 요구율은 CP 21, 22% 처리구가 CP 20% 처리구보다 유의하게 개선되었고, ME 처리구간에 차이는 없었다(P<0.05).

사육 전기 3~5주간에 증체량, 사료 섭취량, 사료 요구율의 결과는 Table 7과 같다. ME 처리구간 생산성은 통계적 차이가 없다. 사료 요구율은 에너지 수준이 높은 처리구에서 개선되는 경향을 나타내었다. CP 처리구간 증체량, 사료 섭취량은 차이가 없지만 전기에 단백질 20, 22%를 급여한 CP 처리구들은 후기에 단백질 수준이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 그리고 사료 요구율은 CP 처리구간 차이가 없었다. CP와 ME 처리구간 생산성에 대한 상호 작용은 나타나지 않았다.

Table 4. Effects of feeding various dietary energy, protein levels on performance in cross bred chicks from 3 to 5 weeks old in Experiment 1

Treatments		weight gain (g)	Feed intake (g)	FCR
ME (kcal/kg)	CP (%)			
3,000	18[1]	526	1,194	2.270
	(20)19	613	1,236	2.017
	20	618	1,231	1.992
	19	620	1,231	1.986
	(21)20	613	1,216	1.982
	21	578	1,174	2.032
	20	612	1,230	2.010
	(22)21	584	1,226	2.099
	22	622	1,249	2.011
3,100	18	609	1,228	2.017
	(20)19	600	1,192	1.988
	20	627	1,231	1.963
	19	613	1,240	2.023
	(21)20	605	1,202	1.989
	21	616	1,178	1.915
	20	596	1,179	1.979
	(22)21	600	1,164	1.940
	22	627	1,186	1.896
Main effects				
ME	3,000	599	1,221	2.044[a]
	3,100	610	1,200	1.967[b]
CP	18	568[c]	1,211	2.143[a]
	(20)19	606[ab]	1,214	2.002[bc]
	20	623[a]	1,231	1.977[cb]
	19	616[ab]	1,235	2.004[bc]
	(21)20	609[ab]	1,209	1.985[bc]
	21	597[ab]	1,176	1.973[bc]
	20	604[ab]	1,205	1.994[bc]
	(22)21	592[bc]	1,195	2.020[b]
	22	624[a]	1,218	1.953[c]
		---------- P value----------		
ME		0.0593	0.0648	<.0001
CP		0.0011	0.2409	<.0001
ME × CP		0.0065	0.7946	0.0001

[a~c] Means within a column with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

[1] (Protein levels in diet for 0~2 weeks) protein levels in diet for 3~5 weeks.

Table 5. Effects of feeding various dietary energy, protein levels on performance in cross bred chicks at 5 weeks old in Experiment 1

Treatments		weight gain (g)	Feed intake (g)	FCR
ME (kcal/kg)	CP (%)			
3,000	18[1]	717	1,492	2.080
	(20)19	800	1,534	1.917
	20	811	1,541	1.901
	19	807	1,515	1.879
	(21)20	809	1,528	1.888
	21	764	1,464	1.916
	20	807	1,534	1.902
	(22)21	788	1,508	1.916
	22	822	1,555	1.892
3,100	18	801	1,516	1.894
	(20)19	788	1,484	1.883
	20	821	1,526	1.859
	19	810	1,536	1.897
	(21)20	802	1,513	1.885
	21	805	1,472	1.829
	20	789	1,468	1.861
	(22)21	792	1,449	1.831
	22	822	1,488	1.812
Main effects				
ME	3,000	792	1,519	1.921[a]
	3,100	803	1,495	1.861[b]
CP	18	758[c]	1,504	1.987[a]
	(20)19	794[ab]	1,510	1.900[b]
	20	816[ab]	1,533	1.880[b]
	19	808[ab]	1,526	1.888[b]
	(21)20	806[ab]	1,520	1.886[b]
	21	785[bc]	1,468	1.873[b]
	20	798[ab]	1,501	1.881[b]
	(22)21	790[abc]	1,479	1.874[b]
	22	822[a]	1,522	1.852[b]
		---------- *P* value----------		
ME		0.1057	0.0566	<.0001
CP		0.0044	0.1568	0.0011
ME × CP		0.0424	0.8565	0.0052

[a~c] Means within a column with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

[1] (Protein levels in diet for 0~2 weeks) protein levels in diet for 3~5 weeks.

Table 6. Effects of feeding various dietary energy, protein levels on performance in cross bred chicks at 2 weeks old in Experiment 2

Treatments		Weight gain (g)	Feed intake (g)	FCR
ME (kcal/kg)	CP (%)			
3000	20	197	308	1.567
	21	196	301	1.531
	22	207	307	1.484
3100	20	200	317	1.577
	21	208	307	1.495
	22	203	306	1.507
Main effects				
ME	3,000	200[b]	305	1.528
	3,100	204[a]	310	1.520
CP	20	199[b]	312	1.572[a]
	21	202[ab]	304	1.513[b]
	22	205[a]	306	1.496[b]
		------- *P* value -------		
ME		0.0354	0.3013	0.9531
CP		0.0435	0.4419	0.0028
ME × CP		0.0147	0.7551	0.3817

[a,b] Means within a column with no common superscripts differ significantly (P<0.05).

Table 8는 단백질과 에너지를 수준별로 0~5주간 급여한 생산성 결과를 나타내었다. ME 처리구간 생산성은 통계적인 차이를 나타내지 않았다. CP 처리간 생산성은 차이를 보이지 않지만 증체량 및 사료 요구율에서 사육 전기 3~5주간에 CP 20, 22%를 급여한 처리구에서 급여 단백질 수준이 높을수록 증가하는 경향을 보였으며, 사료 섭취량은 CP 처리구간에 일관성이 없었다.

2. 혈액 성상

1) 시험 1

시험 사료를 5주간 급여한 교잡육용계에 혈중 총단백질, 알부민, 글루코오스, 총콜레스테롤, 중성지방의 함량은 Table 9에 나타내었다, 혈액내 총단백질과 글루코스 함량은 ME 처리구와 CP 처리구에서 통계적인 차이를 나타내지 않으며 상호 작용도 없었다. ME 3,100 처리구의 혈중 알부민 함량은

Table 7. Effects of feeding various dietary energy, protein levels on performance in cross bred chicks from 3 to 5 weeks old in Experiment 2

Treatments		weight gain (g)	Feed intake (g)	FCR
ME (kcal/kg)	CP (%)			
3,000	18[1]	616	1,204	1.956
	(20)19	639	1,213	1.905
	20	629	1,182	1.880
	19	642	1,239	1.928
	(21)20	625	1,345	2.162
	21	647	1,298	2.007
	20	630	1,274	2.021
	(22)21	655	1,180	1.802
	22	659	1,162	1.773
3,100	18	621	1,302	2.096
	(20)19	605	1,212	2.019
	20	664	1,262	1.904
	19	642	1,314	2.055
	(21)20	642	1,226	1.914
	21	644	1,253	1.956
	20	641	1,203	1.881
	(22)21	657	1,178	1.795
	22	668	1,120	1.805
Main effects				
ME	3,000	638	1,233	1.937
	3,100	643	1,239	1.936
CP	18	619	1,253	2.026
	(20)19	622	1,212	1.962
	20	647	1,223	1.892
	19	642	1,276	1.992
	(21)20	634	1,286	2.038
	21	645	1,275	1.981
	20	636	1,239	1.951
	(22)21	656	1,179	1.798
	22	663	1,181	1.789
		---------- *P* value----------		
ME		0.7055	0.7332	0.9784
CP		0.7734	0.5601	0.2795
ME × CP		0.8919	0.1012	0.3747

[1] (Protein levels in diet for 0~2 weeks) protein levels in diet for 3~5 weeks.

Table 8. Effects of feeding various dietary energy, protein levels on performance in cross bred chicks at 5 weeks old in Experiment 2

Treatments		weight gain (g)	Feed intake (g)	FCR
ME (kcal/kg)	CP (%)			
3,000	18[1]	812	1,495	1.841
	(20)19	836	1,499	1.795
	20	827	1,456	1.762
	19	840	1,545	1.841
	(21)20	829	1,602	1.939
	21	837	1,526	1.828
	20	841	1,568	1.865
	(22)21	870	1,491	1.715
	22	860	1,443	1.684
3,100	18	815	1,552	1.906
	(20)19	809	1,487	1.843
	20	869	1,574	1.810
	19	853	1,557	1.828
	(21)20	855	1,537	1.799
	21	846	1,516	1.800
	20	851	1,511	1.778
	(22)21	859	1,475	1.718
	22	871	1,486	1.711
Main effects				
ME	3,000	839	1,522	1.808
	3,100	848	1,514	1.799
CP	18	812	1,524	1.873
	(20)19	822	1,493	1.819
	20	848	1,515	1.786
	19	846	1,551	1.834
	(21)20	842	1,570	1.869
	21	841	1,521	1.814
	20	846	1,540	1.821
	(22)21	865	1,483	1.717
	22	865	1,465	1.697
		---------- *P* value----------		
ME		0.5022	0.6431	0.7375
CP		0.8586	0.2221	0.1254
ME × CP		0.9147	0.3052	0.7787

[1] (Protein levels in diet for 0~2 weeks) protein levels in diet for 3~5 weeks.

Table 9. Effects of feeding various dietary energy, protein levels on blood composition in cross bred chicks at 5 weeks old in Experiment 1

Treatments		Total protein	Albumin	Glucose	Total cholesterol	Tri glyceride
ME (kcal/kg)	CP (%)	(g/dL)	(g/dL)	(mg/dL)	(mg/dL)	(mg/dL)
3,000	18[1]	3.06	1.12	185.4	124.4	30.6
	(20)19	3.00	1.10	172.4	123.2	16.8
	20	3.06	1.18	162.2	128.2	17.2
	19	3.12	1.14	183.4	117.8	15.8
	(21)20	2.98	1.08	176.8	118.2	19.4
	21	2.96	1.06	177.4	115.2	17.0
	20	3.12	1.22	181.2	127.6	14.8
	(22)21	2.82	1.08	177.6	110.2	17.0
	22	3.08	1.14	199.0	112.4	12.6
3,100	18	3.04	1.18	192.4	138.6	13.2
	(20)19	2.96	1.12	199.4	118.0	16.4
	20	3.08	1.16	190.8	130.6	20.0
	19	3.08	1.16	173.6	147.0	13.2
	(21)20	3.04	1.12	185.4	133.2	15.0
	21	3.12	1.16	181.6	123.4	15.6
	20	3.14	1.18	190.0	137.6	13.6
	(22)21	3.10	1.22	172.8	122.4	15.0
	22	3.22	1.24	178.0	130.2	16.0
Main effects						
ME	3000	3.02	1.12[b]	179.5	119.7[b]	17.4[a]
	3100	3.09	1.17[a]	184.9	131.2[a]	15.3[b]
CP	18	3.05	1.15	188.9	131.5[a]	19.8
	(20)19	2.98	1.11	185.9	120.6[ab]	16.6
	20	3.07	1.17	176.5	129.4[ab]	18.6
	19	3.10	1.15	178.5	132.4[a]	14.5
	(21)20	3.01	1.10	181.1	125.7[ab]	17.2
	21	3.04	1.11	179.5	119.3[ab]	16.3
	20	3.13	1.20	185.6	132.6[a]	14.2
	(22)21	2.96	1.15	175.2	116.3[b]	16.0
	22	3.15	1.19	188.5	121.3[ab]	14.3
			---------- P value ----------			
ME		0.2824	0.0164	0.1808	0.0001	0.0428
CP		0.6999	0.4592	0.5299	0.0207	0.5874
ME × CP		0.9391	0.2866	0.3906	0.4055	0.0134

[a,b] Means within a column with no common superscripts differ significantly ($P<0.05$).

[1] (Protein levels in diet for 0~2 weeks) Protein levels in diet for 3~5 weeks.

1.17 g/dL로 ME 3,000 kcal/kg 처리구의 1.12 g/dL보다 증가하였으며, CP 처리구간 혈중 알부민 함량은 차이가 없었다(P<0.05). 알부민 함량에 대한 ME 처리구와 CP 처리구간 상호작용은 나타나지 않았다.

혈액내 총콜레스테롤 함량은 ME 3,000 kcal/kg 처리구가 119.7 mg/dL로서 ME 3,100 kcal/kg 처리구의 131.2 mg/dL보다 유의하게 감소하였다(P<0.05). 또한, CP(22)21 처리구는 CP (22)20, (20)18 처리구보다 총콜레스테롤 함량이 증가하였다(P<0.05). ME 3,000 kcal/kg 처리구의 중성지방 함량은 17.4 mg/dL로 ME 3,100kcal/kg 처리구의 15.3 mg/dL보다 통계적으로 높게 나타났으며, CP과 ME 처리구간 상호 작용을 나타내었다(P<0.05).

2) 시험 2

시험 종료 후 유색육용계 혈액내 총단백질, 알부민, 글루코오스, 총콜레스테롤, 중성지방 함량은 Table 10에 나타내었다. 혈중 총단백질 및 알부민 함량은 사료내 ME와 CP 함량에 따른 차이가 없었다. 글루코오스 함량은 급여 에너지 및 단백질 수준이 높은 처리구에서 증가하는 경향을 보였지만 ME 및 CP 처리구간 상호 작용은 없었다. 총콜레스테롤 함량은 ME 3,100 kcal/kg 처리구에서 ME 3,000 kcal/kg 처리구보다 증가하는 경향을 나타내었으며, 사료의 단백질 수준이 증가할수록 감소되는 경향을 보였으며, 총콜레스테롤 함량에 대한 상호 작용은 ME와 CP간에 높은 수준에서 유의성이 인정되었다(P<.0001). ME 처리구간 중성지방 함량은 3,100 kcal/kg 처리구가 19.7 mg/dL로 ME 3,000 kcal/kg 처리구의 24.6 mg/dL보다 감소하였고, CP 수준의 차이로 인한 처리구간 차이는 없었다.

고 찰

유색육용계에 사료내 단백질과 에너지 함량이 다른 사료를 급여하였을 경우 증체량은 사육 초기 2주간에 단백질 20, 21, 22% 처리구에서 단백질 수준이 높아짐에 따라서 증가하였다. 시험 1에서 사료의 ME 수준에 따른 증체량은 차이가 없었지만 시험 2에서는 ME 3,100 kcal/kg 처리구에서 증체량은 204 g으로 ME 3,000 kcal/kg 처리구의 200 g보다 증가하였다(P<0.05). 이러한 결과는 시험 1, 2의 실험 시기, 환경, 통계처리시 반복수(n=54)의 차이에 기인된다고 사료된다. 실험 종료시에 증체량은 0~2주령의 증체량과 동일하게 단백질 수준이 증가할수록 증체량이 개선되는 경향을 나타내었다. 시험 1에서 사료단백질 수준에 따라 568~624 g의 증체를 나타내며 CP 수준이 높은 처리구가 증가하였다. 시험 2의 증체량은 CP 처리구간 유의적인 차이는 없지만 단백질 수준에 따라 619~663 g의 증체량을 나타내는 경향이 있다. 그러나 CP (21)19~21 처리구는 이러한 경향을 보이지 않았다. 사료내 낮은 단백질 수준은 증체량을 감소시켰다는 보고(Sengar, 1987)와 Quentin et al.(2003)은 S-chick에서 CP 수준이 높은 사료를 급여시 증체량이 개선되었다고 하였다. Morris와 Njuru(1990)는 s-chick(brown egg-laying crossbred stock, Ross Brown)에 단백질 수준이 다른 사료를 21일간 급여시, 증체량은 단백질 수준이 높을수록 증가하였고, Nahashon et al.(2005)은 French quinea broilers(S-chick)에 에너지와 단백질 수준이 다른 사료를 급여시 증체량은 에너지 수준이 높은 처리구에서 증가하였으며, 단백질 함량이 높은 처리구는 6주령까지 증가하였지만 그 후로는 차이는 없었으며 오히려 감소되는 경향을 보였다고 하였다. 이러한 선행 연구와 본 시험 결과는 일치하는 경향을 나타내었으며, 초기에는 에너지 수준보다 단백질 수준이 증체량에 큰 영향을 미치므로 사육 후반기에 에너지 수준을 점진적으로 증가가 필요하지만 사료내 단백질 함량은 감소시켜야 될 것으로 사료된다.

CP가 증가할수록 사료 섭취량이 감소되는 경향을 나타내지만 유의적인 차이는 없었으며, ME 처리구간 사료 섭취량도 차이를 보이지 않았다. 이는 시험 및 선행 연구 결과가 없어 비교는 불가능하지만 일반 육계에 비해 활동력이 왕성한 유색육용계의 사료 섭취 행동 양식으로 인한 사료 허실을 야기한 결과로 사료된다. 또한, 에너지가 높은 사료는 사료내 지방함량이 높기 때문에 위장관의 통과 속도가 지연되어 사료 섭취량이 감소되었다는 보고(Sturkie, 1976)와 사료내 에너지가 낮아질수록 사료 섭취량이 감소된다는 보고(Golian and Maurice, 1992; Leeson et al., 1993)와 상이하였다. Morris and Njuru(1990)는 S-chick(brown egg-laying crossbred stock, Ross Brown)에 단백질 수준이 다른 사료 급여시에, 그 수준이 높아짐에 따라서 사료 섭취량이 증가하지만 단백질 수준이 23.0% 초과하면 섭취량이 감소하였다는 보고와 유사하게 나타났다.

사료 요구율은 증체량과 사료 섭취량에 따라 결정되는 수치로 본 실험 결과, 0~2주간은 시험 1, 2 모두에서 단백질 수준이 증가함에 따라 유의하게 개선되었지만, 3~5주 동안은 시험 1에서 차이를 나타내고 시험 2에서는 나타내지 않았다. 시험 1에 전체 기간 동안 사료 요구율은 단백질 수준이 높은 처리구에서 감소되었고, 시험 2는 0~2주 단백질 수준이 20, 22%인 처리구들은 0~5주에서 시험 1과 같은 경향

Table 10. Effects of feeding various dietary energy, protein levels on blood composition in cross bred chicks at 5 weeks old in Experiment 2

Treatments		Total protein (g/dL)	Albumin (g/dL)	Glucose (mg/dL)	Total cholesterol (mg/dL)	TG (mg/dL)
ME (kcal/kg)	CP (%)					
3,000	18[1]	3.22	1.22	165.2	121.8	55.0
	(20)19	3.20	1.20	156.6	151.6	19.8
	20	3.22	1.16	159.2	140.2	18.4
	19	3.36	1.20	167.4	130.8	24.8
	(21)20	3.40	1.24	174.2	141.0	18.6
	21	3.22	1.18	162.2	124.8	30.2
	20	3.42	1.22	158.8	127.0	20.0
	(22)21	3.42	1.26	156.4	124.2	17.0
	22	3.08	1.14	199.0	136.0	17.2
3,100	18	3.30	1.22	171.6	160.0	18.8
	(20)19	3.04	1.10	189.4	125.8	33.3
	20	2.88	1.12	214.2	121.8	39.4
	19	3.00	1.22	179.6	153.4	12.8
	(21)20	3.34	1.20	169.2	148.0	16.8
	21	3.38	1.20	156.4	140.8	13.2
	20	3.36	1.22	149.8	137.6	13.6
	(22)21	3.22	1.24	174.0	141.0	15.4
	22	3.32	1.24	169.2	118.0	14.0
Main effects						
ME	3000	3.28	1.20	166.6	133.0	24.6
	3100	3.20	1.19	174.8	138.5	19.7
CP	18	3.26	1.22	168.4	140.9	36.9
	(20)19	3.12	1.15	173.0	138.7	26.4
	20	3.05	1.14	186.7	131.0	28.9
	19	3.18	1.21	173.5	142.1	18.8
	(21)20	3.37	1.22	171.7	144.5	17.7
	21	3.30	1.19	159.3	132.8	21.7
	20	3.39	1.22	154.3	132.3	16.8
	(22)21	3.32	1.25	165.2	132.6	16.2
	22	3.20	1.19	184.1	127.0	15.6
				---------- *P* value ----------		
ME		0.1560	0.7399	0.2012	0.0923	0.2465
CP		0.1888	0.3575	0.2413	0.3748	0.9381
ME × CP		0.0696	0.6282	0.3503	<.0001	0.0553

[1] (Protein levels in diet for 0~2 weeks) Protein levels in diet for 3~5 weeks.

을 나타내지만 CP (21)19, 20, 21처리구는 일관성이 없다. Sengar(1987), Quentin et al.(2003)은 CP 수준이 낮으면 사료 효율이 감소하였다는 보고는 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 사료 요구율은 증체량과 사료 섭취량에 영향을 받는 수치로서 증체량과 같이 초기에는 높은 단백질을 급여하다 조금씩 낮은 단백질 수준을 급여하는 것이 사료 요구율 개선에 효과적일 것이다.

혈액내 중성지방 함량은 에너지 및 단백질 급여 수준이 높은 처리구에서 감소하였다. 총콜레스테롤은 에너지와 단백질 수준이 높은 처리구에서 과잉의 영양소 급여로 인하여 증가할 것으로 예상하였지만, 단백질 수준이 낮은 처리구에서 증가하였다. 시험 사료의 주요 단백질원인 대두단백질은 흰쥐에서 혈액내 총콜레스테롤, LDL 함량 증가를 억제한다고 보고하였다(이미경 등, 1997). 중성지방 함량은 위에 언급한 선행 연구와 동일한 결과를 나타내었지만 총콜레스테롤 함량은 반대의 결과가 나왔으며, 이는 시험 동물의 종(種)적인 차이로 생각된다. 혈중 글루코오스 함량은 에너지가 높은 처리구에서 낮은 처리구보다 증가하는 경향을 나타내었다. 총단백질은 ME와 CP 처리구에서 차이가 없었고, 알부민 함량은 총단백질 함량과 유사하게 나타나는 경향을 나타내었다. 실험 결과 사료내 에너지와 단백질은 총콜레스테롤, 중성지방에 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 그 기전의 명확한 구명을 위하여 추후 연구가 필요할 것으로 생각된다.

유색육용계 사육 초기 2주간에 생리에 적합하며, 생산 능력의 극대화를 위한 사료내 단백질 수준은 22% 또는 그 이상의 수준으로 급여하고, 3~5주간에 단백질 수준은 21, 20% 수준으로 급여가 효율적일 것으로 사료된다. 사료의 에너지 수준의 차이는 큰 영향을 미치지 않았으므로 에너지 수준이 세분된 사양 시험과, 재현성을 위한 실험이 추후에 필요하다.

적 요

국내에서 사육되는 유색육용계 성장에 적합한 에너지와 단백질 수준을 구명하여 사료 급여 체계 확립에 필요한 기초자료를 제공하고자 두 차례의 사양 실험을 수행하였다. 공시동물은 유색육용계 1일령 암, 수컷 1,404수를 사용하였고, 펜당 26수씩 배치하였다. 사료내 에너지 수준은 사육전기 5주간 3,000, 3,100 kg/kcal이며, 단백질 함량은 0~2주에 20, 21, 22%를 급여하였으며, 3~5주에 18, 19, 20, 21, 22%로 처리하였다. 조사 항목은 체중, 사료 섭취량을 측정하여 생산성을 계산하였으며, 실험 종료시 혈액을 채취하여 분석하였다.

실험 1 : 0~2주간 사료 ME 함량 차이에 따른 생산 능력은 처리구간에 차이가 없으며 CP 함량 차이에 기인한 증체량과 사료 섭취량도 차이가 없었지만 사료 요구율은 CP 21, 22% 처리구에서 CP 20% 처리구에 비하여 통계적으로 개선되었다(P<0.05). 실험 개시후 3~5주간에 사료 ME 3,100 kcal/kg 처리구에서 ME 3,000 kcal/kg 처리구에 비하여 사료 요구율은 개선되었다(P<0.05). 이 기간에 사료내 CP 22% 처리구는 낮은 수준의 처리구보다 증체량이 유의하게 증가하였고(P<0.05) 사료 요구율은 CP가 높은 수준의 사료를 급여시에 낮은 수준의 CP 처리구에 비하여 개선되었지만 사료 섭취량은 처리구간에 차이가 없었다(P<0.05). 이 기간에 증체량과 사료 요구율은 ME와 CP간 상호 작용하였다(P<0.05). 전 실험 기간 5주간에 사료 요구율은 ME 3,100 kcal/kg 처리구에서 ME 3,000 kcal/kg 처리구보다 개선되었으며, CP (20)18% 처리구는 다른 처리구에 비하여 높게 나타났다(P<0.05). 증폐량은 CP (22)22% 처리구에서 CP (21)21%, (20)18% 처리구보다 증가하였으며, ME와 CP간에 상호 작용은 증체량과 사료 요구율에서 나타났다(P<0.05). 혈중 알부민, 총콜레스레롤 함량은 ME 3,100 kcal/kg 처리구에서 ME 3,000 kcal/kg 처리구보다 증가하였지만 중성지방은 감소되었다(P<0.05). 한편 총콜레스테롤은 CP (22)21 처리구에서 CP (22)20, (20)18% 처리구에 비하여 증가하였다(P<0.05).

시험 2 : 0~2주간 증체량은 ME 3,000 kcal/kg 처리구에 비하여 ME 3,100 kcal/kg 처리구에서 높게 나타났으며, CP 22% 처리구에서 CP 20% 처리구보다 유의하게 개선되었으며, CP과 ME는 상호 작용을 보였다(P<0.05). 사료 요구율은 CP 21, 22% 처리구에서 CP 20% 처리구보다 개선되었으나(P<0.05), 3~5주 및 전체 사육 기간에 처리구간에 생산성은 차이가 없었다. 혈액 성상도 처리구간에 차이를 나타내지 않지만 ME와 CP 처리구간 총콜레스테롤 함량에 대한 상호 작용은 < .0001 수준에서 인정되었다.

따라서 교잡육용계 생리에 적합한 사료내 단백질 수준은 0~2주령에 22% 또는 그 이상의 수준으로 급여하고, 3~5주의 단백질 수준은 21, 20% 수준으로 급여가 생산성의 극대화에 효과적일 것으로 생각되며, 사료내 에너지는 부분적으로 처리구간에 생산에 차이를 보였지만 일관성이 없었으므로 에너지 수준을 세분화하여 급여하는 추후의 시험이 필요할 것으로 사료된다.

(색인어 : 유색육용계, 생산성, 혈액 조성, 대사 에너지, 조단백질)

참고문헌

Agricultural Research council 1975 The Nutrient Requirements of Farm Livestock, No. 1, Poultry 2nd end(London, HMSO).

Gaffari MM, Shivasad M. Zaghari, Taherkhani R 2007. Effects of different levels of metabolizable energy and formulation of diet based on digestible and total amino acid requirements on performance of male broiler. Int J Poult Sci 276-279.

Golian A, Maurice DV 1992 Dietary poultry fat and gastrointestinal transit time of feed and fat utilization in broiler chickens. Poultry Sci 71:1357-1363.

Hulan HW, Proudfoot FG, Ramey D, McRae KB 1980. Influence of genotype and diet on general performance and incidence of leg abnormalities of commercial broilers reared to roaster weight. Poultry Sci 59:748-757.

Leclercq B 1983 The influence of dietary protein content on the performance of genetically lean or fat growing chickens. Br Poult Sci 24:581-587.

Leeson S, Summers JD, Caston L 1993 Growth response of immature brown-egg strain pullet to varying nutrient density and lysine. Poult Sci 72:1349-1358.

Marks HL, Pesti GM 1984 The roles of protein level and diet form in water consumption and abdominal fat pad depositin of broilers. Poult Sci 63:1617-1625.

Morris TR, Njuru DM 1990 Protein requirement of fast- and slow growing chicks. Brit Poult Sci 31:803-809

MRC(National Research Council). 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Nahashon SN, Adefope N, Amenyenu A, Wright D. 2005. Effects of dietary metabolizable and crude protein concentrations growth performance and carcass characteristics of French guinea broilers. Poultry Sci 84:337-344.

Nakhata N, Anderson JO 1982. Describing the relation between dietary protein and energy levels and chick performance by mathematical equations. Poultry Sci 61: 891-897.

Parsons CM, Baker DH 1982 Effects of dietary protein level and monensin on performance of chicks. Poultry Sci 61: 2083-2088.

Pesti GM, Fletcher DL 1983 The response of male broiler chickens to diets with various protein and energy contents during the growing phase. Br Poult Sci 24:91-99.

Quentin M, Bouvarel I, Berri C, Le Bihan-Duval E, Baeza E, Jego Y, Picard M 2003 Growth, carcass compositon and meat quality response to dietary concentrations in fast-, medium- and slow growing commercial broilers. Anim Res 52: 65-77.

Sengar SS 1987 Feed intake and growth rate pattern in White Leghorn chicks maintained on different planes of nutrition. Poult Advisor 20:23-27.

Steel RGD, Torrie JH 1980 Principle and procedures of statistics. 2nd Edn. McGraw-Hill Book Co., Inc, New York.

Sturkie PD 1976 Alimentary canal: Anatomy, prehension, deglutition, feeding, drinking, passage of ingesta and motility. Pages 186-195 in Avian Physiology. 3rd ed. P. D. Sturkie, ed. Springer-Verlag, New York, NY.

이미경, 장주연, 김대곤 1997 단백질 종류와 급여수준이 흰쥐의 혈중 지질함량에 미치는 영향. 한국식품영양학회지 10:246-253.

한성욱, 박종수, 오봉국, 정선부, 이규호, 최연호, 김재홍, 여정수, 하정기 1995 재래닭의 경영 및 판매실태에 관한 조사연구. 한국가금학회지 22:167-178.

(접수: 2008. 09. 09, 수정: 2008. 9. 20, 채택: 2008. 09. 27)